

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-296309

(P2000-296309A)

(43)公開日 平成12年10月24日(2000.10.24)

(51)Int.Cl. <sup>1</sup>	識別記号	F I	マークコード(参考)
B 01 D 53/26	101	B 01 D 53/26	101 B 3 L 051
F 24 F 1/00		F 24 F 1/00	451 4D052
	451	H 01 L 21/02	D
H 01 L 21/02		F 24 F 1/00	371

審査請求 未請求 請求項の数12 O.L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平11-104209

(22)出願日 平成11年4月12日(1999.4.12)

(71)出願人 000002853

ダイキン工業株式会社

大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号

梅田センタービル

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 亀谷 桂一郎

大阪府摂津市西一津屋1番1号 ダイキン  
工業株式会社内

(74)代理人 100089233

弁理士 吉田 茂明 (外2名)

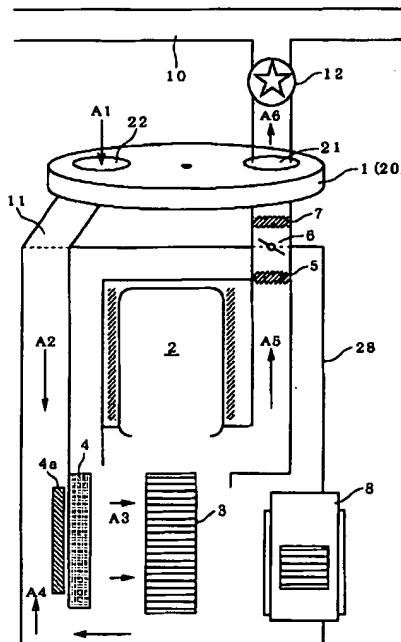
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体製造システム

(57)【要約】

【課題】 クリーンな乾燥空気を比較的安価に生成可能な半導体製造システムを得る。

【解決手段】 乾式除湿機1における多孔性のハニカム構造に吸湿剤が固定された構造の除湿ローター20は、吸湿ゾーン22において、縦型拡散炉室28外の水分を含んだ多湿空気A1を通過させることにより、水分が除去されかつケミカルコンタミが除去されたクリーンな乾燥空気A2に変換して吸気ダクト11から縦型拡散炉室28内に導入するとともに、再生ゾーン21において縦型拡散炉室28で生じる廃熱空気A5を通過させることにより、乾式除湿機1の除湿機能を再生させている。



1 : 乾式除湿機

20 : 除湿ローター

21 : 再生ゾーン

22 : 吸湿ゾーン

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 水分を含んだ多湿空気の水分を除去して乾燥空気を生成する除湿機（1）を備え、前記除湿機は多孔性ハニカム構造体に吸湿剤を固着させた構造の除湿部（20）を含み、前記除湿部は前記多湿空気を通過させることにより前記多湿空気の水分を除去すると同時にケミカルコンタミをも除去したクリーンな乾燥空気を生成する除湿機能を有し、  
前記クリーンな乾燥空気を用いて所定の製造処理を行う半導体製造装置（28）をさらに備える、半導体製造システム。

【請求項 2】 前記ケミカルコンタミは、イオン成分、有機物及び無機物のうち少なくとも一つを含む、請求項 1記載の半導体製造システム。

【請求項 3】 前記イオン成分は、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>及びNH<sub>4</sub><sup>+</sup>のうち少なくとも一つを含み、前記有機物はトリメチルシアノール、ヘキサメチルジシラザン及びフタル酸ジブチルのうち少なくとも一つを含み、前記無機物はP（リン）及びB（ボロン）のうち少なくとも一つを含む、請求項 2記載の半導体製造システム。

【請求項 4】 前記クリーンな乾燥空気は、前記イオン成分のイオン成分濃度が5μg/m<sup>3</sup>以下あるいは前記有機物の有機物濃度が1μg/m<sup>3</sup>以下である、請求項 2あるいは請求項 3に記載の半導体製造システム。

【請求項 5】 前記クリーンな乾燥空気は、-60°C以下の露点を有する乾燥空気を含む、請求項 1ないし請求項 4のうちいずれか 1 項に記載の半導体製造システム。

【請求項 6】 前記除湿機は、前記多湿空気の前記除湿部への通過領域に設けられる冷却コイル（49A）をさらに含む、請求項 1ないし請求項 5のうちいずれか 1 項に記載の半導体製造システム。

【請求項 7】 前記除湿機は、前記多湿空気の前記除湿部への通過領域に設けられる結露フィルター（49B）をさらに含む、請求項 1ないし請求項 6のうちいずれか 1 項に記載の半導体製造システム。

【請求項 8】 前記クリーンな乾燥空気は、-90°C以下の露点を有する乾燥空気を含む、請求項 6あるいは請求項 7に記載の半導体製造システム。

【請求項 9】 前記クリーンな乾燥空気を使用してウェハ等の半導体製造対象物を搬送するための搬送エリア（39）をさらに備える、請求項 1ないし請求項 8のうちいずれか 1 項に記載の半導体製造システム。

【請求項 10】 前記除湿部は、多孔性ハニカム構造体に吸湿剤を固着させたものを含む、請求項 1記載の半導体製造システム。

【請求項 11】 前記除湿部は、円柱形状の除湿ローターを含む、請求項 1記載の半導体製造システム。

【請求項 12】 前記除湿ローターは、加熱された空気を通過させることにより前記除湿機能を再生することが可能である、請求項 11記載の半導体製造システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は電子産業等で用いられる半導体製造装置を含んだ半導体製造システムに関し、特に半導体製造装置が使用する乾燥空気に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体の製造装置で利用されるクリーンルームには、フィルターを通した清浄度が高い空気（クリーン空気）を用いている。近年雰囲気制御として、ゴミ（パーティクル）だけではなく、化学的汚染に対するクリーン化要求が強まり、特にミニエンバイロメント（局所的清浄環境）等において重要とされている。

【0003】このため、ケミカルフィルターを用いたクリーン化システムが実用化されてきた。しかし、ケミカルフィルターは、化学結合を用いるため不可逆反応であり、吸着剤の寿命が短く（使い捨て）、かつ吸着剤の寿命管理が難しく、金額も高価でもあった。

【0004】また近年、シリコン表面の清浄度管理が重要なっている。すなわち、接触角（基板と水滴の角度）の変化で現れる有機物の吸着、及び空気中の水分、酸素によるシリコン酸化膜（自然酸化膜）の形成、ボロン、リンなどのp型、n型の不純物吸着に対する対策が重要なになっている。このため、半導体製造装置におけるウェハ処理チャンバー周辺環境制御が重要になってい

る。

## 【0005】自然酸化膜の形成には、酸素分圧よりも、

水分の影響が大きく、水蒸気分圧を下げる技術が多く開発されてきている。

【0006】対策としては、真空、高純度窒素環境下での搬送、および乾燥空気下での搬送が必要になってきている。しかしながら、真空搬送では装置が大型化し、またメンテナンスが困難という問題点があり、窒素バージは、酸欠等の事故対策、ランニングコスト高の問題点がある。一方、乾燥空気は、酸欠の問題は防げるが、後述するようにランニングコスト高の問題点がある。

【0007】一方、有機物対策として、窒素バージや乾燥空気バージ、系内における樹脂の除去等が進められている。

【0008】また、近年エネルギーの有効活用が産業界での必須事項となっている。半導体製造工場における電気エネルギーの消費は多く、大規模工場では、1月当たり1千万 kWhを越える電力を消費する。この消費量は実に発電所の発電量の1割以上にも当たる。

【0009】このような半導体製造工場のエネルギー消費の内、拡散CVD等の高温電気熱炉の電力消費が約10%程度以上であり、電気エネルギーの効率化を図る上で高温電気熱炉の廃熱の有効利用が必要となる。

【0010】また、処理時間短縮のため急熱急冷炉の要求が強くなっている。急冷却の方法は、ヒーター部に冷却用空気を流し炉体を強制的に冷やす方法が一般的であ

るため数百度の高温の廃熱が排気される。また枚葉処理のランプアニールの場合さらに、1枚毎に昇降温を繰り返すために1ロット処理時の廃熱量が大きい。

【0011】半導体製造装置の廃熱利用の例として、拡散炉の廃熱利用がある。例えば、特開平7-183307号公報に、『半導体製造装置：炉の放熱を廃熱回収ユニットで吸収し、吸収した廃熱により発電暖房等を行う』が開示されている。

【0012】しかし、上記先行例の半導体製造装置は、エネルギーの吸収効率が低く、発電機も小さいため、効率が悪く回収効率は良くない。暖房の場合も、半導体工場では装置、空調機からの発熱に対する冷却が主であり、暖房をすることはほとんどない。このため、必然的に暖房は半導体工場外で行われることになり、拡散炉の排熱を装置近くで消費できないためロスが多い。

【0013】他に排熱利用の先行例として、特開平7-243660号公報に『空気調和機：凝縮器の排熱を利用して安価に除湿運転を行う』が開示されている。

【0014】上記先行例で開示された技術において除湿された空気は、ケミカル成分除去や、半導体で言う乾空（露点-60度以下）の水準にはほど遠く、その水準の達成は到底不可能である。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】特開平7-275636号公報に『有毒ガス除去排出ユニット：活性炭ローターで有毒ガスを除去し、ローターを回転させ噴射蒸気で再生させ焼き戻し再生や新規交換を無用にした』が開示されている。

【0016】しかし、活性炭ロータは、活性炭を表面にコートしたブリーツまたはハニカム構造のみであるため、半導体製造水準のケミカルフィルターとして使用できる吸着特性は無く、圧力損失も大きい。水蒸気噴射再生手法も、従来の活性炭吸着剤の再生方法そのままに過ぎない。また、活性炭ベースであるため再生を繰り返すと吸着特性が劣化してケミカルコンタミを除去できないという問題点を有する。

【0017】東京エレクトロンニュース (THE NEWS/SPE Vol.46(Oct.1997), VOL.47(january,1998)) で紹介された縦型拡散炉の場合、図12の矢印に示すように、装置天井部の吸い込み口41, 42より空気を取り込み装置内部の循環フィルター51～53で濾過した空気で清浄度を保っている。

【0018】一般的には、炉室～装置内の雰囲気は、パーティクルの少ないクリーン空気ではあるが、フィルターを通過した循環空気であり、B(ボロン)やP(リン)などを含む無機物の蒸気成分、NH<sub>3</sub>などの無機成分や、湿度(水蒸気)、有機成分に対する有効な対策を行っていない。

【0019】化学汚染対策が必要な場合は、図12の構成では、天井部の吸い込み口41, 42近傍にケミカル

フィルターを設けるか、内部循環フィルター51～53としてケミカルフィルターを設けることになる。

【0020】また、水分対策のためには、窒素バージや真空ロードロックを使用した装置も提案されているが、大型化すると共に、高コスト化するという問題点があった。

【0021】従来の乾燥空気の製造方法は、空気を取り込み圧縮機で圧縮し、凝縮した水分を取り除いて乾燥空気を供給する方法が一般的であり、さらに乾燥した空気を要求される場合には、上記した方法にフィルターや吸着を組み合わせて乾燥空気を製造していた。このため、従来の乾燥空気の製造コストは高く、ランニングコストが高くなるという問題点もあった。

【0022】この発明は上記問題点を解決するためになされたもので、有機成分等のケミカルコンタミが除去されたクリーンな乾燥空気を比較的安価に生成可能な半導体製造システムを得ることを目的とする。

【0023】

【課題を解決するための手段】この発明に係る請求項1記載の半導体製造システムは、水分を含んだ多湿空気の水分を除去して乾燥空気を生成する除湿機（1）を備え、前記除湿機は多孔性構造体に吸湿剤を固定させた構造の除湿部（20）を含み、前記除湿部は前記多湿空気を通過させることにより前記多湿空気の水分を除去すると同時にケミカルコンタミをも除去したクリーンな乾燥空気を生成する除湿機能を有し、前記クリーンな乾燥空気を用いて所定の製造処理を行う半導体製造装置（28）をさらに備えている。

【0024】請求項2記載の半導体製造システムにおいて、イオン成分、有機物及び無機物のうち少なくとも一つを含んでいる。

【0025】請求項3記載の半導体製造システムにおいて、前記イオン成分は、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>及びNH<sub>4</sub><sup>+</sup>のうち少なくとも一つを含み、前記有機物はトリメチルシアノール、ヘキサメチルジシラザン及びフタル酸ジブチルのうち少なくとも一つを含み、前記無機物はP(リン)及びB(ボロン)のうち少なくとも一つを含んでいる。

【0026】請求項4記載の半導体製造システムにおいて、前記クリーンな乾燥空気は、前記イオン成分のイオン成分濃度が5μg/m<sup>3</sup>以下あるいは前記有機物の有機物濃度が1μg/m<sup>3</sup>以下である。

【0027】請求項5記載の半導体製造システムにおいて、前記クリーンな乾燥空気は、-60°C以下の露点を有する乾燥空気を含んでいる。

【0028】請求項6記載の半導体製造システムにおいて、前記除湿機は、前記多湿空気の前記除湿部への通過領域に設けられる冷却コイル(49A)をさらに含んでいる。

【0029】請求項7記載の半導体製造システムにおい

て、前記除湿機は、前記多湿空気の前記除湿部への通過領域（48）に設けられる結露フィルター（49B）をさらに含んでいる。

【0030】請求項8記載の半導体製造システムにおいて、前記クリーンな乾燥空気は、-90°C以下の露点を有する乾燥空気を含んでいる。

【0031】請求項9記載の半導体製造システムは、前記クリーンな乾燥空気を使用してウェハ等の半導体製造対象物を搬送するための搬送エリア（39）をさらに備えている。

【0032】請求項10記載の半導体製造システムにおいて、前記除湿部は、多孔性ハニカム構造体に吸着剤を固着させたものを含んでいる。

【0033】請求項11記載の半導体製造システムにおいて、前記除湿部は、円柱形状の除湿ローターを含んでいる。

【0034】請求項12記載の半導体製造システムにおいて、前記除湿ローターは、加熱された空気を通過させることにより前記除湿機能を再生することが可能である。

#### 【0035】

【発明の実施の形態】<<実施の形態1>>図1はこの発明の実施の形態1である半導体製造システムの構成を模式的に示す説明図である。同図に示すように、半導体製造装置である縦型拡散炉室28の天井空気採り入れ口に、乾式除湿機1を設置する。

【0036】乾式除湿機1（除湿ローター20のみを代表して記す）は吸湿ゾーン22において、縦型拡散炉室28外の水分を含んだ多湿空気A1を通過させることにより、水分が除去された乾燥空気A2に変換して吸気ダクト11から縦型拡散炉室28内に導入するとともに、再生ゾーン21において縦型拡散炉室28で生じる廃熱空気A5を通過させることにより、乾式除湿機1の除湿機能を再生させていている。

【0037】図2及び図3は乾式除湿機1の詳細構成を示す説明図である。図2に示すように、乾式除湿機1は、除湿部である除湿ローター20、駆動用モーター23、処理ファン24、再生ファン25、フィルター26、27及び加熱器29から構成される。

【0038】除湿ローター20は、所定の材質を表面主成分とする多孔性のハニカム構造に吸湿剤を固着させた円柱形状を呈しており、駆動用モーター23の駆動によって所定の回転速度で回転する。したがって、除湿ローター20の各領域は回転に伴い再生ゾーン21、吸湿ゾーン22間を時々刻々と移動することになる。

【0039】除湿ローター20は、吸湿ゾーン22において、フィルター26を介して得られる多湿空気A1を通過させることにより、処理ファン24から乾燥空気A

2を送出する。したがって、図3に示すように、除湿ローター20は吸湿ゾーン22において多湿空気A1の水分を徐々に吸収していく、しかる後、水分を吸収した領域は除湿ローター20の回転によって再生ゾーン21に移動する。

【0040】一方、再生ゾーン21において、フィルター27を介して加熱器29で加熱された後、多湿空気A1と逆方向から得られる縦型拡散炉室28で生じる廃熱空気A5を通過させることにより、再生ファン25から

10 排気用空気A6を排出する。このとき、縦型拡散炉室28の廃熱空気A5は水分を追い出すに十分な温度を有しているため、水分を含ませた排気用空気A6を排出することによって、再生ゾーン21に位置する除湿ローター20の領域から水分を追い出すことができる。その結果、再生ゾーン21に位置する除湿ローター20の領域の除湿機能が再生され、しかる後、除湿機能が再生された領域が除湿ローター20の回転によって吸湿ゾーン22に移動する。なお、廃熱空気A5が十分高い温度を有する場合は加熱器29による加熱は必要ない。

20 【0041】このように、除湿ローター20は、回転させながら除湿ゾーン22と再生ゾーン21とを適宜切り替え、除湿ゾーン22に多湿空気A1を通過させてクリーンな乾燥空気A2を得るととともに再生ゾーン21に廃熱空気A5を通過させて除湿機能を再生させることにより、取り替えることなく半永久的に使用することができる。

【0042】乾式除湿機1の吸着特性は、除湿ローター20の材質、通過距離、吸湿ゾーン22を通過する多湿空気A1の流速、再生温度（再生ゾーン21を通過する廃熱空気A5の温度）、除湿ローター20の単位時間当たりの回転数などのパラメーターによって変化する。

【0043】一例として、ゼオライト、活性炭及びシリカゲルのうち1または2以上の組合せを表面主成分とした多孔性のハニカム構造の円筒体（円柱形状の構造体）に対し、積層した活性炭紙に塩化リチウムを含浸した活性炭ローターを除湿ローター20として準備した場合を考える。

【0044】上記構成で、-2～10度程度の冷却コイル（低温な面に結露させて水分を除去するためのコイル）を通した多湿空気A1を、毎時2～20回転させた除湿ローター20に通し、100～150度の廃熱空気A5で再生させたときの、ケミカルコンタミの除去性能を表1及び表2に示す。なお、表1はイオン成分除去評価の分析結果を示し、表2は有機成分除去評価の分析結果を示している。

#### 【0045】

#### 【表1】

	$\text{NO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{NH}_4^+$
処理空気入口	8.5	1.7	16
処理空気出口	2.8	0.48	1.1
分析における定量下限	0.05	0.05	0.05

[0046]

\*10\*【表2】

	トリメチル シアノール	ヘキサメチル ジシラサン	フタル酸 ジブチル D B P
処理空気入口	0. 1	0. 1	1. 0
処理空気出口	< 0. 1	< 0. 1	< 0. 1
分析における 定量下限	0. 1	0. 1	0. 1

【0047】-60°C以下の露点の乾燥空気A2が得られると共に、表1のイオン成分除去評価に示すように、アンモニアイオン( $\text{NH}_4^+$ )、窒素酸化物イオン( $\text{NO}_3^-$ )、硫酸イオン( $\text{SO}_4^{2-}$ )または亜硫酸イオン( $\text{SO}_3^{2-}$ )の総計が $5\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下という高い水準で除去されている。同様に、表2の有機成分除去評価に示すように、トリメチルシアノール、ヘキサメチルジシラザン及びフタル酸ジブチルDBPの総計が $1\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下という高い水準で除去されていることが分かる。このように、低露点でかつケミカルコンタミが高水準で除去されたクリーンな乾燥空気A2を得ることができる。

【0048】また、B、Pを含んだ無機物も除去されている。Bは、天井のHEPA (High Efficiency Particulate Air) フィルターやULPA (Ultra Low Penetration Air) フィルターに混入している、硼珪酸ガラスに水分や酸が反応して発生する。そして、BF<sub>3</sub>ガスの形やB<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (水に溶けると硼酸) を含むミスト (蒸気成分) で存在する。

【0049】また、Bはクリーンルーム内の空气中にも(10~200 ppb (parts per billion) レベル程度) 存在しており、ウェハ表面に吸着し、p型の不純物になる。このため、トランジスタ等のデバイスの閾値電圧が変化し、最悪の場合、リンをイオン注入しても面内でn型にならずに、p型に反転するという不具合が生じる。

【0050】一方、Pは、壁の塗料やシーラントに含まれ、またBPSG (Boron-doped Phospho-Silicate Glass) やP(リン)がドープされたポリシリコンからも発生する。Pは $P_2O_3$ や $P_2O_5$ (水に溶けると磷酸や亜磷酸となる)を含むミストで存在する。また、磷酸エ

20 ステル（有機物）、トリメチルfosフェイト（TMP  
O :  $(CH_3O)_3PO$ ）などの形でも存在する。

【0051】Pによる不具合も、Bと同様に生じる。ただし、導電型はBの場合と反対のn型となる。

【0052】なお、上記構成の活性炭ローターはハニカム構造の円筒体に限らず、ブリーツ構造のものであってよく、また、上記構成の活性炭ローターの代わりにセラミック繊維ペーパーにシリカゲルを化学合成結合させたシリカゲルローターを除湿ローター20として用いても同様な効果が期待できる。すなわち、多孔性構造体に吸湿剤（塩化リチウム、シリカゲル）を固着させた構造のローターを除湿ローター20として用いることによってクリーンな乾燥空気A2を得ることが期待できる。ただし、活性炭は吸湿機能に加え吸着機能も有しているため、より高水準なクリーンな乾燥空気A2を得るには上記構成の活性炭ローターを用いた方が良い。

30 湿剤（塩化リチウム、シリカゲル）を固着させた構造の  
ロータクを陰湿ロータク-3.0として用いることによって

【0053】これらの除去機能は、上記吸着特性のパラメーターを調整する、乾式除湿機を2～3段組みにする、あるいは従来式のケミカルフィルターをさらに組み合わせることで更に改善できる。ケミカルフィルターをさらに組み合わせた場合のケミカルフィルターの寿命は大幅に向上し、ほぼメンテナンスフリーになる。

【0054】このように、実施の形態1の半導体製造システムにおける除湿ローター20は多孔性ハニカム構造体に吸湿剤を固着させた構造を呈し、多湿空気をも通過させることにより多湿空気の水分を除去すると同時にケミカルコンタミをも除去したクリーンな乾燥空気を生成するため、クリーンな乾燥空気を比較的安価に生成することができる。

【0055】したがって、クリーンでかつ乾燥した空気を用いて所定の製造処理を行う必要がある縦型拡散炉室

28等の半導体製造装置の利用空気として除湿ローター20より生成されるクリーンな乾燥空気を用いることにより、比較的安価に半導体製造システムを構築することができる。

【0056】なお、実施の形態1の半導体製造システムは、物理吸着を主たる反応としているため、酸性ガス、アルカリ性ガス、および有機物（例えば、THC（Total Hydrocarbon；有機物の総量）で表現される）も同時に除去されるため、ケミカルフィルターのような選択吸着性ではなく、効果的なフィルターリング処理を行うことができる。

【0057】また露点（水蒸気量）を更に減らす場合、吸湿ゾーン22の近傍領域（望ましくは吸湿ゾーン22の前段）の多湿空気A1の通過領域48に冷却コイル49Aを設け、その冷却コイルを併用して乾式除湿機1を使用すると低露点（-90°C以下）の乾空（乾燥空気）が得られる。この冷熱源としては、半導体製造装置で大量に使用する、液体窒素、液体酸素、液体アルゴン等の液化ガスの気化潜熱（CE(cold evaporator)）の気化器によって液体を気化させる際のエネルギー）を利用すれば、さらにエネルギー効率上有効である。

【0058】さらに、乾式除湿機1の通過領域48に結露フィルター49B（結露させて水分を除去するためのフィルター）がさらに設けられている場合、上述した冷却コイルと結露フィルターの冷却エネルギーに、上述した気化潜熱を利用すると無駄が省けると共にさらに低露点（-90度以下）の乾燥空気A2を得ることができる。

【0059】このような乾式除湿機1を縦型拡散炉室28の天井部に取り付け、乾式除湿機1の吸湿ゾーン22に位置する領域に多湿空気A1を通過させて吸気ダクト11から乾燥空気A2を縦型拡散炉室28内に流入させる。乾燥空気A2はフィルター4（FFU, FUN FILTER UNIT）を通過して内部乾燥空気A3としてウェハ群3に還元される。なお、フィルター4は必要に応じてケミカルフィルターを使用する場合もある。

【0060】フィルター4にはモーター4aが備え付けられており、モーター4aを駆動させて毎秒10m<sup>3</sup>の内部乾燥空気A3をウェハ群3に還元している。一方、乾燥空気A2は毎秒3m<sup>3</sup>程度が縦型拡散炉室28内に流入されるため、残りの7m<sup>3</sup>の空気は縦型拡散炉室28内を循環する内部乾燥空気A4を利用することになる。

【0061】ヒーター2は所定数のウェハからなるウェハ群3を内部に収納可能であり、内部で300~1200度の熱処理が可能である。ヒーター2による熱処理時に生じる廃熱空気A5はラジエター5、ダンパー6及び補助ヒーター7を介して再生ゾーン21に位置する領域にある乾式除湿機1を通過する。ラジエター5は必要時に廃熱空気A5を冷却するために設けられ、ダンパー6

は廃熱空気A5の排気風速を一定にするために設けられ、補助ヒーター7はラジエター5とは逆に必要時に廃熱空気A5を暖めるために設けられる。

【0062】廃熱空気A5は再生ゾーン21を通過すると、再生ゾーン21の水分を吸収した排気用空気A6となり、排気プロア12によって排気用空気A6は排気ダクト10に排出される。

【0063】廃熱空気A5は、通常、10kW程度の熱量で排気されている。この熱量は廃熱空気A5が高温になれば大きくなり、低温になれば小さくなる。

【0064】なお、ロードロック8は、外部からウェハ群3を内部に持ち込む際、縦型拡散炉室28内部を乾燥空気で維持させるために、2重扉を形成して縦型拡散炉室28外部の空気との閥門になっている。

【0065】このように、実施の形態1の半導体製造システムは、乾式除湿機1を通して得られる、クリーンな乾燥空気A2を縦型拡散炉室28のウェハ群3及びその近傍領域であるローディングエリアに導入することで、化学汚染がない状態での処理が可能になり、従来の問題点を解消することになる。

【0066】一方、乾式除湿機1の再生用の温風は、縦型拡散炉室28で生じる高温の廃熱空気A5を利用するため、乾式除湿機1の除湿機能再生に専用動力を必要としない。すなわち、半導体製造装置単体でのエネルギーの有効利用を図っている。

【0067】再生用の温風は100~150°Cの温度を必要とするため、従来、ラジエター5で十分冷却した後に排気する必要があった廃熱空気A5を冷却するためのラジエター5への冷却水量の低減を図ることができる。

【0068】なお、廃熱空気A5の気温度制御の方法は、ラジエター5への冷却水量、排気ダンパー6の開度、排気プロア12の風量等を調整する事で実現できる。

【0069】また、実施の形態1の半導体製造システムは、乾式除湿機1を縦型拡散炉室28の天井に配置し、乾式除湿機1の吸湿ゾーン22に位置する領域を介して乾燥空気A2(A3)を縦型拡散炉室28に流入させ、縦型拡散炉室28で発生する廃熱空気A5を用い乾式除湿機1の除湿ローター20の再生ゾーン21に位置する領域を再生させるという構成であるため、縦型拡散炉室28内の構成は従来と同様な構成のものを用いても、実施の形態1の半導体製造システムを実現することは勿論可能である。

【0070】また、炉の設定温度（ヒーター2の熱処理温度）の高低により、廃熱空気A5の温度が変化する。炉の設定温度が低い場合、乾式除湿機1の補助ヒーター7を稼働させ廃熱空気A5を昇温する。これにより乾式除湿機1の除湿機能を一定レベルに保つことができることも当然、従来のように排熱を利用することなく乾式除湿機を単体で稼働させる場合よりエネルギー

投入量は非常に少量に抑えることができる。

【0071】また、排気プロア12で排気用空気A6を排気することができるため、縦型拡散炉室28を一部として含むクリーンルーム外で集中排気する従来方式と異なり、排気用空気A6の排気圧、量を装置毎に制御できるため、排気量制御精度の向上に伴い個別装置の成膜特性を向上させることができるものとなる。

【0072】また、従来自然酸化膜形成防止のため、ロードロック8によって、窒素バージ（バージボックス）や真空ロードロックを行っていたが、乾燥空気A2中の水分が極端に少ないため、縦型拡散炉室28内を真空状態にすることなく乾燥空気A2を雾囲気化することにより、真空状態とほぼ同等の機能が得られる。したがって、窒素バージや真空ロードロックを行う必要はない。

【0073】さらに、窒素バージを行う場合に比べて100%の窒素ガスを用いないため作業エリアの酸欠に対する安全性が確保できる。

【0074】また、縦型拡散炉室28と乾式除湿機1とが隣接して配置されており、廃熱空気A5が縦型拡散炉室28から排出される極近くの領域に除湿ローター20の再生ゾーン21が位置し、廃熱空気A5の熱を温水等の形で移送する必要がないため、移送に伴うロスもなくエネルギー効率も良い。

【0075】なお、実施の形態1においては、除湿機の再生用熱源として、縦型拡散炉室28で生じる廃熱空気を利用する場合を例に挙げて説明したが、必ずしも廃熱空気A5を利用する必要はなく、廃熱空気A5を利用するための設備を設けるスペースがない場合は、加熱器29のみを用いても良い。

【0076】<<実施の形態2>>

<前提技術>図4は実施の形態2の前提技術となる半導体製造システムの構成を示す説明図である。同図に示すように、クリーンルーム内であることを規定するクリーン領域34に、廃熱空気を排出する複数の半導体製造装置(M/C)30、乾燥空気を利用する半導体製造装置(M/C)31及びストッカー32が設置され、クリーン領域34外に排風器33が設置される。

【0077】各半導体製造装置30の廃熱空気A5は共通の排気ダクト43を通り、クリーン領域34外に設定された排風器33から外部に排出される。

【0078】一方、吸気プロア17によって供給されるクリーンな多湿空気A1が吸気ダクト54中のケミカルフィルター16を通過することにより、化学汚染対策がなされて半導体製造装置31及びストッカー32に供給される。

【0079】クリーン領域34の多湿空気A1は、温度、パーティクル等は適切なレベルに制御されているが、湿度35~50%程度の水分を含み、かつ循環空気であるため、ホウ素(B)やリン(P)やアンモニア(NH<sub>3</sub>)といったケミカルコンタミも多い。

【0080】ケミカルフィルター16を通過させることにより、多湿空気A1からケミカルコンタミを取り除いた空気を半導体製造装置31及びストッカー32に供給することができるが、依然として水分に対する考慮はなされていない。

【0081】また、図11に示すように、ケミカルフィルター51にULPAフィルター52を組み合わせることにより、多湿空気A1に残存するパーティクル及びガス(有機、無機)を共に取り除くことができるが、この構成を用いても水分を除去することはできていない。

【0082】<実施構成>図5はこの発明の実施の形態2である半導体製造システムの構成を示す説明図である。同図に示すように、複数の半導体製造装置30の天井部に複数の乾式除湿機1(除湿ローター20)がそれぞれ設置され、各乾式除湿機1の再生ゾーン21において、対応する半導体製造装置30の廃熱空気A5を通過させることにより、乾式除湿機1の除湿機能の再生を図っている。そして、再生ゾーン21を通過した各半導体製造装置30の廃熱空気A5は排気用空気A6として共通の排気ダクト43を通り、クリーン領域34外に設定された排風器33から外部に排出される。

【0083】半導体製造装置30としては、50~150度程度の廃熱空気A5が得られ、クリーンな乾燥空気A2を必要としない装置が該当し、例えば乾燥空気を必要としない拡散炉、エビ炉、CVD拡散炉、ランプアーナー、枚葉CVD炉等を有する半導体製造装置がある。従来、これらの半導体製造装置30の比較的低温の廃熱空気A5は、(1)冷却水への回収(2)排気として工場外へ捨てる(3)1.2の組み合わせ等によって、処理(廃棄)されていた。

【0084】一方、多湿空気A1が複数の乾式除湿機1の吸湿ゾーン22に位置する領域を通過して得られるクリーンな乾燥空気A2が共通の吸気ダクト44に集められた後、吸気プロア17によって半導体製造装置31及びストッカー32に供給される。なお、半導体製造装置31としては例えばフォトリソグラフを行う装置が該当し、ストッカー32としては例えばウエハストッカーが該当する。

【0085】このように、実施の形態2の半導体製造システムは、各半導体製造装置30の廃熱空気A5を用いて乾式除湿機1の除湿機能を再生し、半導体製造装置31及びストッカー32が使用するクリーンな乾燥空気A2を生成するのに利用することにより、有効利用が図れ、従来捨てていた排熱エネルギーを効率よく回収できる。

【0086】また、対応する半導体製造装置30と乾式除湿機1とが隣接して配置されており、廃熱空気A5の熱を温水等の形で移送する必要がないため、移送に伴うロスもなくエネルギー効率も良い。

【0087】また、乾燥空気の形でエネルギーを変換し

て運べるため、単純に廃熱空気の温度を利用する場合における温度低下による劣化もない。乾燥空気A2は吸気ダクト44内を陽圧にして運ばれるため、外部に漏れるリーク分以外はロスがない。またリークしても危険性がないためダクト形成費用も安くて済む。

【0088】前提条件で述べたように、クリーン領域34の多湿空気A1は、温度、パーティクル等は適切なレベルに制御されているが、湿度35~50%程度の水分を含み、かつ循環空気であるため、ホウ素(B)やリン(P)やアンモニア(NH<sub>3</sub>)といったケミカルコンタミも多い。

【0089】実施の形態2では、実施の形態1同様、乾式除湿機1の吸湿ゾーン22に位置する領域に多湿空気A1を通過させることにより乾燥空気A2を得ている。乾燥空気A2は、実施の形態1で述べたように、-50~-60°C程度の露点を有する程度に水分が除去されるとともに、アンモニア、窒素酸化物、亜硫酸ガス等の無機物および有機物が除去されている。これらの条件は、実施の形態1で述べた各種パラメーターを調整することや乾式除湿機を2~3段直列つなぎ化する事、さらに従来式のケミカルフィルターを組み合わせることで更に改善できる。

【0090】また、乾式除湿機1は、物理吸着を主たる反応としているため、B、Pを含むガス、酸性ガス、アルカリ性ガス、および有機物(THC換算: THC(Total Hydro Carbon))も同時に除去することができ、ケミカルフィルターのような選択吸着性はない。

【0091】なお、各半導体製造装置30の設定温度の高低によって廃熱空気A5の温度が変化する。廃熱空気A5の温度が低い場合、乾式除湿機1の再生ゾーン21側に設けられた加熱器29(図2参照)によって、廃熱空気A5の温度を所望の温度に保つようにすれば、乾燥空気A2の生成制御が簡単になり乾式除湿機1の性能が一定化する。この場合でも当然、乾式除湿機を単体で稼働させる場合よりエネルギー投入量は少なくて済む。

【0092】また露点(水蒸気量)を更に減らす場合、実施の形態1同様、冷却コイルを併用すると低露点の乾空が得られる。この冷熱源としては、半導体製造装置で大量に使用する窒素、アルゴン等の不活性ガス等の気化潜熱を利用すれば、さらにエネルギー効率上有効である。

【0093】また、実施の形態2では、各半導体製造装置30に乾式除湿機1を設置した例を示したが、所定数の半導体製造装置30の廃熱空気A5を集めて、1つの乾式除湿機1の除湿機能を再生させるように構成しても同様な効果が得られる。

【0094】<<実施の形態3>>

<前提条件>図6は実施の形態3の半導体製造システムの前提となる半導体製造装置の構成例を示す説明図である。

【0095】同図に示すように、半導体製造装置にはストッカー室R1及び処理室R2とが存在する。このようなクリーンルーム環境で、ストッカー室R1にあるボッド36に格納されたウェハ群38から一のウェハ38Aを取り出して処理室R2にあるチャンバー37内に設置する場合を考える。ここで、ボッドとは密閉ケース内に収納されたウェハのことである。

【0096】この場合、ボッド36を開放し、ボッド36のウェハ群38から一のウェハ38Aを取り出してチャンバー37内に収納するまでの間、取り出したウェハ38A及びボッド36の開放期間中におけるボッド36内に残存するウェハ群38がクリーンルーム内の空気にさらされる。クリーンルーム内の空気は多湿空気であるため、ウェハ38Aに自然酸化膜が成長してしまう。

【0097】また、ストッカー室R1と処理室R2との間領域に中間処理室を設け、ケミカルフィルターに多湿空気を通過させた空気を中間処理室に流入させることによりミニエンバイロメント化し、中間処理室で上記ウェハの取り出し処理を行う装置構成も考えられるが、ケミカルフィルターの寿命管理が困難であり、ケミカルフィルターは水分(水蒸気)を制御していないため、取り出されたウェハ38A及びボッド36に残存するウェハ群38への自然酸化膜の成長を回避することはできない。また、開閉時の周辺空気の状態により、パーティクルは制御できるが、ケミカルコンタミ及び有機物汚染は回避できない。

【0098】<実態構成>実施の形態3の半導体製造システムは、基本的に実施の形態2と同様である。異なるのは乾燥空気A2を供給するクリーン領域34内の対象である乾燥空気使用部を、実施の形態2の半導体製造装置31及びストッカー32から、ミニエンバイロメント(局所的洗浄環境)化した半導体製造装置にした点にある。

【0099】図7はこの発明の実施の形態3である半導体製造システムにおいて乾燥空気A2を利用する半導体製造装置の構成を示す説明図である。同図に示すように、ストッカー室R1と処理室R2との間に中間処理室R3を設け、乾式除湿機1を用いて得られる乾燥空気A2を中間処理室R3に流入させて中間処理室R3のミニエンバイロメントを図った半導体製造装置が実施の形態3である。

【0100】そして、ボッド36及びチャンバー37の側面に開閉部を設け、側面からのウェハの取り出し及び収納を可能にして、ボッド36の開閉部をストッカー室R1と中間処理室R3との境界近傍に配置するとともにチャンバー37の開閉部を処理室R2と中間処理室R3との境界近傍に配置することにより、中間処理室R3を陽圧にしてボッド36及びチャンバー37の開閉部周辺に常に乾燥空気A2が流入されるようにしている。

【0101】この場合、ボッド36を開放し、ボッド3

6のウェハ群38から一のウェハ38Aを取り出してチャンバー37内に収納するまでの間、取り出したウェハ38A及びボッド36の開放期間中におけるボッド36内に残存するウェハ群38が中間処理室R3内の乾燥空気A2に空気にさらされるが、乾燥空気A2は十分に水分が除去されているため、残存するウェハ群38及びウェハ38Aへの自然酸化膜の成長を確実に回避することができる。また、ストッカー室R1内の空気は通常のクリーン空気より清浄度の低い空気を用いても何等支障はない。

【0102】このように、実施の形態3の半導体製造システムは、乾燥空気A2を受ける半導体製造装置の中間処理室R3をミニエンバイロメント化して、その雰囲気を乾燥空気A2によってクリーン化することで、ボッド36内のウェハ群38及びウェハ38Aがむき出でて処理される場合でもウェハの表面汚染を確実に防ぐことができる。

【0103】<<実施の形態4>>実施の形態4の半導体製造システムは、基本的に実施の形態2と同様である。異なるのは乾燥空気A2を供給するクリーン領域34内の対象である乾燥空気使用部を、実施の形態2の半導体製造装置31及びストッカー32から、搬送エリアにした点にある。

【0104】図8は実施の形態3の半導体製造システムにおけるウェハの搬送エリア及びその周辺の環境を示す説明図である。

【0105】同図に示すように、クリーンルーム内にはストッカー室R1及び処理室R2と、ストッカー室R1、処理室R2間のウェハ搬送用の乾空トンネル39を設けている。そして、乾式除湿機1を用いて乾燥空気A2を乾空トンネル39に流入させることにより、乾空トンネル39内を乾燥空気の雰囲気にしている。

【0106】このようなクリーンルーム環境で、ストッカー室R1に収納されたウェハ群38から所定枚数のウェハ38Bを取り出して処理室R2にあるチャンバー37内に設置する場合を考える。

【0107】この場合、取り出した所定枚数のウェハ38Bを、オープンカセット等に搭載して、乾空トンネル39中を搬送させた後、処理室R2にあるチャンバー37内に設置することにより、搬送中のウェハ38Bへの自然酸化膜の成長を確実に回避することができる。

【0108】実施の形態4のシステムは、搬送エリアの内部雰囲気の改良であるため、従来のオープンカセットで使用した自動化搬送技術（オーバーヘッドシャトル（天井での搬送）、RGV（Rale guided vehicle）、AGV（Automatic guided vehicle））をそのまま使用できる。

【0109】また、乾空トンネル39内の搬送は、窒素搬送、真空搬送と異なり、メンテナンス性がすぐれ、かつ人間が内部にはいることも可能であり、酸素欠乏の事

故もない。

【0110】さらに、実施の形態4のシステムは、全ての工程で乾燥空気によるクリーン状態を設定する必要がないため、ライン切り分け、構築が容易である。

【0111】また、搬送エリアに清浄度の高い空気を導入するには大量の空気を使用するため、ケミカルフィルター等を用いる従来方式ではコスト的に対応できない。一方、乾式除湿機1を用いた乾燥空気A2を搬送エリアに流入させる実施の形態4のシステムでは、半導体製造装置30の廃熱空気A5を利用するため、エネルギーコストが低くでき、従来方式の1/10程度のコストに抑えることができる。

【0112】<<実施の形態5>>

<前提条件>塗布現像装置では、ケミカルフィルターによって毒であるNH<sub>3</sub>等を除去するが、製造プロセスの反応生成物で新たにNH<sub>3</sub>やアミンがでてしまう。

【0113】図9は従来の塗布現像装置の構成を示す説明図である。同図に示すように、塗布現像装置50は、クリーン空気A20をケミカルフィルター45に通すことにより、高付加価値空気A21を得ている。高付加価値空気A21はゴミを取ったクリーン空気A20から、ケミカルフィルター45を用いて温度、湿度、NH<sub>3</sub>等を除去する等のケミカルを制御した空気である。なお、45aは空気吸収用のモーターである。

【0114】この高付加価値空気A21を塗布現像カップ13及び塗布現像カップ13内に収納されたウェハ46に供給し、ウェハ46に対する塗布現像処理を行っている。高付加価値空気A21は一度塗布現像処理が行われると使用済み空気A22として排気ダクト47から、プロア、排風器等（図示せず）に介して外部に排出される。すなわち、従来は高付加価値空気A21をたった1度の使用で排気していた。

【0115】<実態構成>図10はこの発明の実施の形態5である半導体製造システムにおける塗布現像装置の構成を示す説明図である。同図に示すように、このシステムは塗布現像装置40と乾式除湿機1とから構成され、塗布現像装置40は、使用済み空気A22を外部排気することなく乾式除湿機1の吸湿ゾーン22において内部で通過せることにより、NH<sub>3</sub>等の無機成分が除去された再利用乾燥空気A23に変換し、排気プロア15によって加湿ユニット9を通過させることにより再利用乾燥空気A23の湿度を向上させて、再びクリーン空気A20として帰還させている。

【0116】なお、乾式除湿機1の再生ゾーン21における除湿機能の再生に用いられる廃熱空気A5としては、実施の形態1のように塗布現像装置自身の使用済み空気A22の一部であっても、実施の形態2～4のように他の装置（図5の半導体製造装置30に相当）からの廃熱空気のいずれを用いても良い。

【0117】このように、実施の形態5の半導体製造シ

システムは、塗布現像装置40内で高付加価値空気A21に基づく空気を循環させることができ、空気の加湿だけで一定雰囲気を保つことができ、高付加価値空気A21の有効利用を図ることができる。

【0118】また、塗布現像装置40内の空気清浄化にケミカルフィルター45と乾式除湿機1とを併用することにより、再生不可能なケミカルフィルタの寿命を大幅に増大させメンテナンスフリーにすることができる。

#### 【0119】

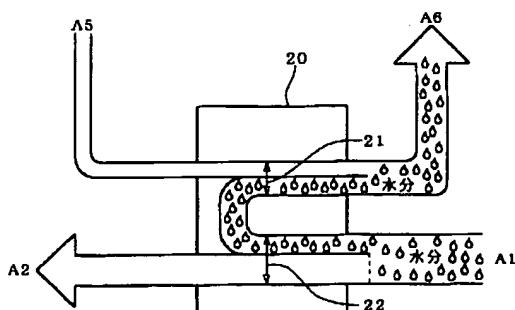
【発明の効果】以上説明したように、この発明における請求項1記載の半導体製造システムにおける除湿部は多孔性構造体に吸湿剤を固着させた構造を呈し、多湿空気をも通過させることにより多湿空気の水分を除去すると同時にケミカルコンタミをも除去したクリーンな乾燥空気を生成するため、クリーンな乾燥空気を比較的安価に生成することができる。

【0120】したがって、クリーンでかつ乾燥した空気を用いて所定の製造処理を行う必要がある半導体製造装置の利用空気として上記除湿部より生成される上記クリーンな乾燥空気を用いることにより、比較的安価に半導体製造システムを構築することができる。

【0121】請求項9記載の半導体製造システムはウェハ等の半導体製造対象物を搬送するための搬送エリアをさらに備えるため、搬送エリアを用いることにより半導体製造対象物の品質を損ねることなく搬送することができる。

【0122】請求項12記載の半導体製造システムの除湿ローターは、加熱された再生用空気を通過させることにより除湿機能を再生することができるため、回転させながら除湿領域と再生領域とを適宜切り替え、除湿領域に多湿空気を通過させてクリーンな乾燥空気を得るとともに再生領域に再生用通気を通過させて除湿機能を再生させることにより、取り替えることなく半永久的に

【図3】



除湿ローターを使用することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1である半導体製造装置の構成を示す説明図である。

【図2】 図1の乾式除湿機の構成を示す説明図である。

【図3】 図2の除湿ローターの機能を示す説明図である。

【図4】 実施の形態2の前提条件となる半導体製造システムの構成を示す説明図である。

【図5】 この発明の実施の形態2である半導体製造システムの構成を示す説明図である。

【図6】 実施の形態3の前提条件となる半導体製造システムの一部を示す説明図である。

【図7】 この発明の実施の形態3である半導体製造システムの一部を示す説明図である。

【図8】 この発明の実施の形態4である半導体製造システムの一部を示す説明図である。

【図9】 実施の形態5の前提条件となる半導体製造装置の構成を示す説明図である。

【図10】 この発明の実施の形態5である半導体製造装置の構成を示す説明図である。

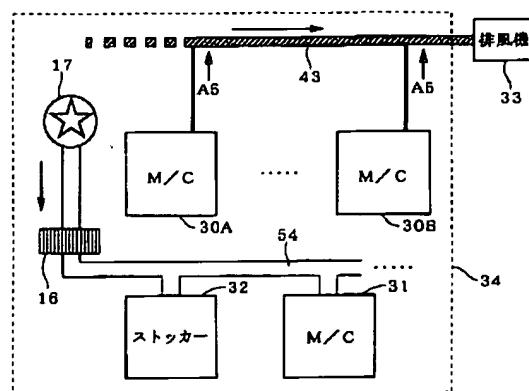
【図11】 ケミカルフィルターの比較例を示す説明図である。

【図12】 従来の縦型拡散炉の空気の循環を示す斜視図である。

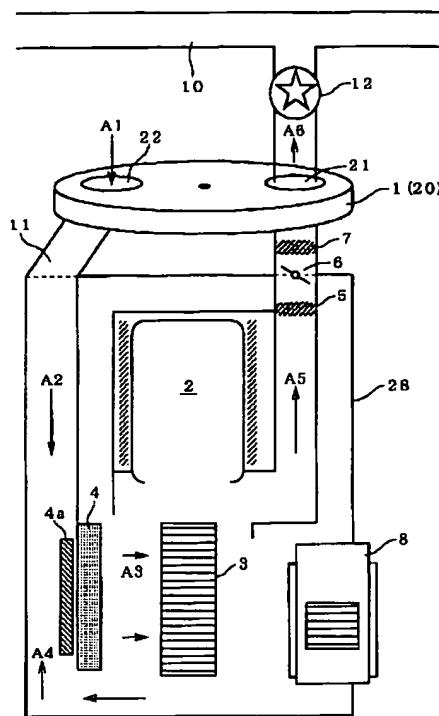
#### 【符号の説明】

1 乾式除湿機、9 加湿ユニット、20 除湿ローター、21 再生ゾーン、22 吸湿ゾーン、30, 31 半導体製造装置(M/C)、32 ストッカー、39 乾空トンネル、49A 冷却コイル、49B 結露フィルター

【図4】



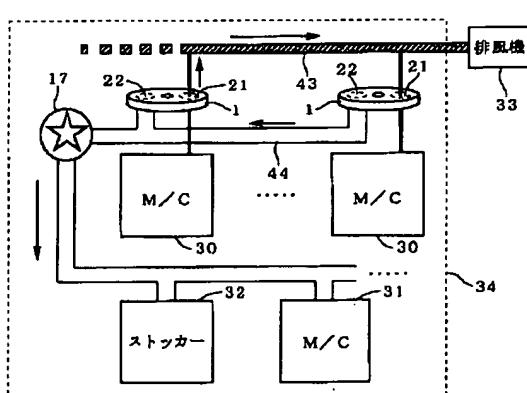
【図 1】



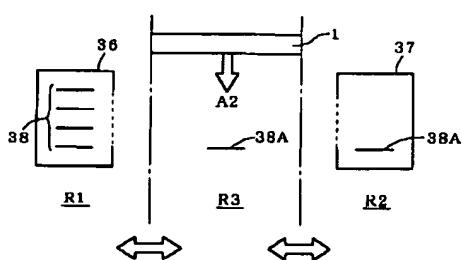
1 : 乾式除湿機  
21 : 再生ゾーン

20 : 除湿ローター  
22 : 吸湿ゾーン

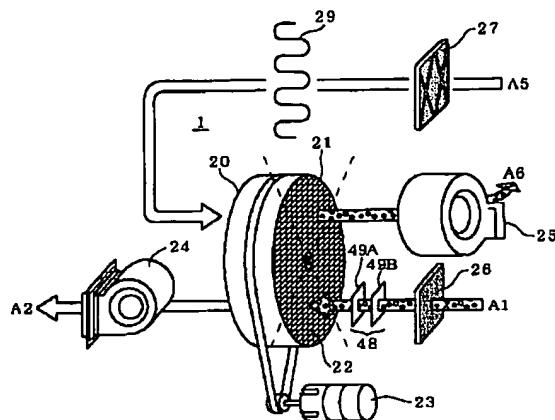
【図5】



[图7]

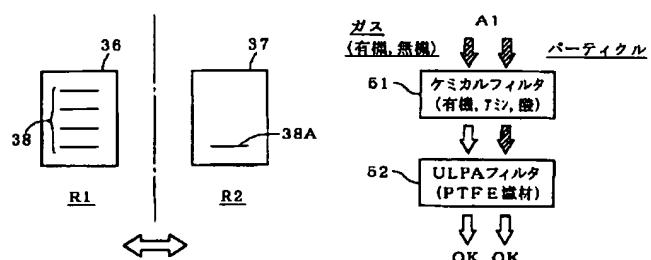


〔図2〕

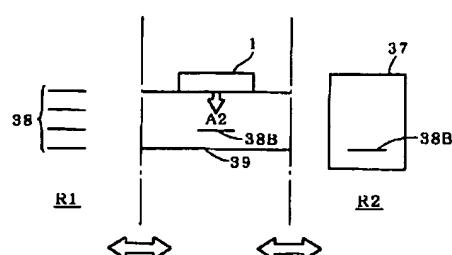


49A : 冷却コイル  
49B : 結露フィルター

【 6】

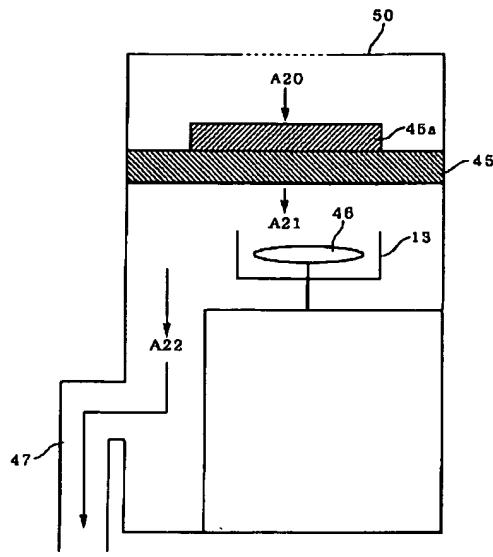


【図8】

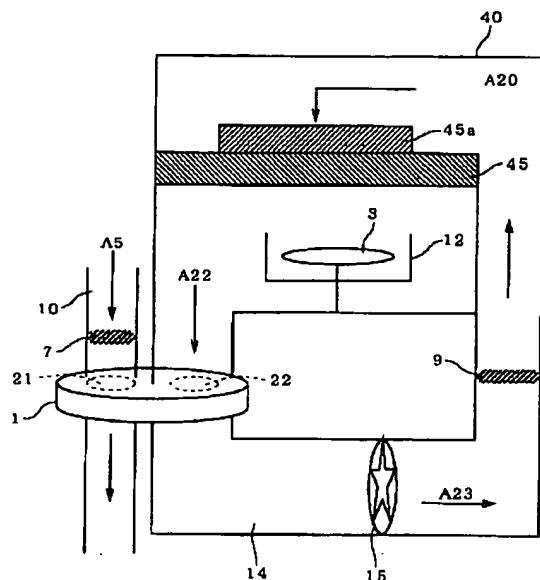


39 : 乾空トンネル

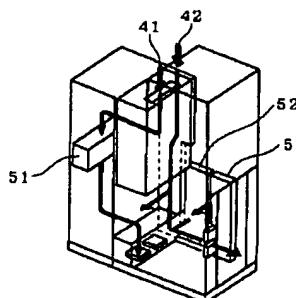
【図9】



【図10】



【図12】



9 : 加湿ユニット

フロントページの続き

(72)発明者 藤井 淳弘

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 3L051 BC10

4D052 AA00 AA08 CB01 DA01 DA06  
DB01 FA01 GA01 GA04 GB00  
GB01 GB02 GB03 GB04 GB08  
GB09 HA01 HA03 HA14 HA21  
HB02